

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-139641  
 (43)Date of publication of application : 17.05.2002

(51)Int.Cl. G02B 6/13  
 G02B 6/122  
 G02B 6/30

(21)Application number : 2000-334196  
 (22)Date of filing : 01.11.2000

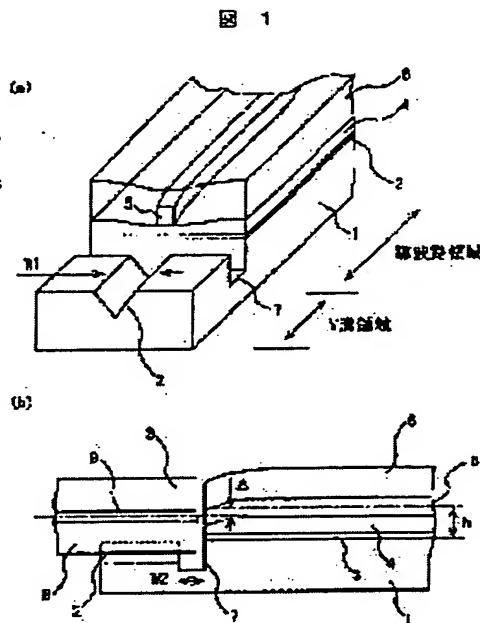
(71)Applicant : HITACHI LTD  
 (72)Inventor : IDO TATSUMI  
 NAGARA TAKAMITSU

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE MEMBER, ITS MANUFACTURING METHOD AND OPTICAL MODULE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive polymer waveguide substrate, having a film alignment V-groove capable of obtaining optical coupling with the fiber at a small loss.

SOLUTION: In this optical waveguide member which is the typical embodiment, an optical waveguide is formed on a part of a silicon substrate, a core or a cladding of the waveguide is composed of a polymer, a V-shaped groove for positioning and fixing the optical fiber to the waveguide is provided in the silicon substrate, a rectangular groove which extends in the direction orthogonal to the V-groove in the boundary between the V-groove and the waveguide is provided in the silicon substrate, the film thickness of the core or the cladding which composes the waveguide in the vicinity of the boundary is made smaller than that of the other part, the height of the center of the core of the film is made lower than the height of the core of the waveguide, at a position satisfactorily apart from the boundary when the fiber is mounted on the V groove, and a shape of the V-groove is set such that a height of high efficient optical coupling is obtained, between the fiber and the waveguide.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

手段を組み合わせた光通信装置。

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-139641  
(P2002-139641A)

(43)公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51)In.Cl'	6/13	翻訳記号	F I	検査請求	未請求	請求項10 O.I (全15頁)
G 02 B	6/122		G 02 B	6/30		テ-ゴト-1(参考)
	6/30			6/12	M 2 H 0 4 7	

(21)出願番号	特願2000-334196(P2000-334196)	(71)出願人	06005108	審査請求	未請求	請求項10 O.I (全15頁)
(22)出願日	平成12年11月1日(2000.11.1)	(72)発明者	株式会社日立製作所 井戸 立身			
		(72)発明者	東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 株式会社日立製作所中央研究所内 長良 高光			
		(74)代理人	株式会社日立エンジニアリング 100068504			
		(74)代理人	弁理士 小川 助男 (外2名)			

最終頁に次く

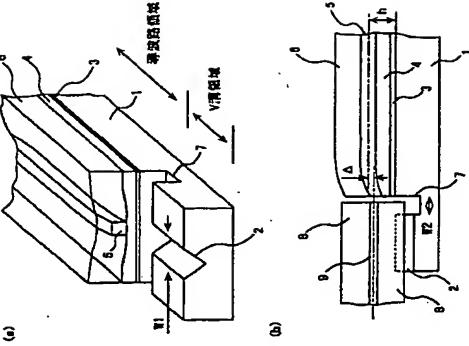
(54)【発明の名稱】光導波路部材、その製造方法及び光モジュール

(57)【要約】

【課題】本発明は、安価で、且つファイバと低損失導波路部材を提供するものである。

【解決手段】本発明の代表的な形態は、シリコン基板上の一部に光導波路が形成され、該導波路のコアまたはクラッドがポリマから構成され、該導波路に光ファイバを位置決め固定するためのV形状の槽を該シリコン基板に有し、該V槽と導波路の境界に該V槽と直角な方向に伸びる短形状の槽を該シリコン基板に有し、該導波路を構成するコアまたはクラッドの膜厚が該境界近傍で他の部分よりも薄くなつており、該V槽にファイバを挿した時に、該ファイバのコアの中心の高さが該境界から十分に離れた位置の導波路のコアの高さよりも低くかつファイバと導波路の間で効率的な光結合が得られる高さになるように、該V槽の形状が設定されていることを特徴とする光導波路部材である。

図 1



のV形状の構を形成し、この後、前記光導路部のボリュームを塗布して当該光導路部を形成し、前記光ファイバの接続する端部の前記ボリュームによる高分子制限膜を除去する、ことを特徴とする光導路部部材の製造方法。  
【請求項8】 前記光導路部を形成した後、前記光導路部端と前記光ファイバの接続する端部との間にこの両端を分ける構を形成し、次いで、前記光ファイバの接続する端部の前記ボリュームによる高分子制限膜を除去することを特徴とする請求項7に記載の光導路部部材の製造方法。  
【請求項9】 前記シリコン基板に前記光ファイバの長手方向に向う所定のV形状の構を形成した後、前記シリコン基板の高分子層を剥離する接着力を除去し、次いで、前記光導路部部材の製造方法。

対向した平凹字型部に沿って設けた光導部導波路のコントロール技術の開発が、ともに有し、とも削減の観点から、樹脂部材が形成され、樹脂部材からなることを特徴としており、前記第1の樹

ド端として  
は前記項2に  
本願発明は光通路などで用  
られる光導波路に関するものである。更に本願発明は、  
特に光ファイバを導波路に実装する時に用いるライ  
ントル・導波構造を有するポリマ光導波路基板の製造方法  
である。

に附するものである。

【0 0 0 2】  
【従事の技術】近年、通常用光モジュールの高機能化を目的に、石英光導波路を用いた光モジュールの小型化を目的に、石英光導波路を用いた光モジュールが検討されている。既に、石英光導波路などが実用化されている。また、石英導波路を有する基板に、レーザリソーフトマスク技術を用いて、半導体素子をハイブリッド実装することによって、小型低コストな光モジュールを実現できている。一方、光導波路を用いた成する材料としては、石英の高分子樹脂、すなわち、ポリマ導波路は、スピンドルによって成形できるので、石英導波路に比べて生産性が高く、低コストで導波路基板を作製できる。このため、石英導波路の代わりにポリマ導波路を用いることでの、上記モジュールの抜本的な低コスト化が期待でき

る。これらの光モジュールでは導波路と光ファイバを低損失で結合する必要がある。通常、光通信で用いられるシングルモードファイバを使用した場合、導波路とファイバを低損失で結合するために導波路とファイバの位置をサブミクロンの精度で位置決めして固定する必要がある。これを短時間かつコストドライ運行するために、光導波路を形成するシリコン基板に、光ファイバをライメントするためのV形状の溝を具備することが検討されている。石英導波路を有するシリコン基板にアライメントV溝を形成した例としては、例えば、特開平8-21772、特開平8-29638、電子情報通信学会1996年総合大講演論文集エレクトロニクス1分冊、44頁、講談社又、(基板にあらかじめV溝を作製した後に、ボアマニホールドを形成した例)としては、日本国公報10003又、(基板にあらかじめV溝を作製した後

公判、特開平 10-2 8871 号が発行された。又、  
ボリマ導電路と V 調節装置をそれぞれ別に作製して位相  
わせして張り合わせる方法が日本国、公判公報、特開平  
11-202158 号、あるいは特判 2000-470  
5 5 月に見られる。

**[10004]**  
【発明が解決しようとする課題】本願発明の第 1 の課題は  
は、低コストで製造の容易な光導波路部材を提供するものであ  
る。  
【0005】本願発明の第 2 の課題は、低コストで製造  
の容易な光導波路部材の製造方法を提供するものであ  
る。

**[10006]** 本願発明は、わけても、Y 型ボリマ導電

【0010】本節専門に係る製造方法の主な形態は、下記の通りである。

【0011】製造方法の第1の形態は、シリコン基板に、コアまたはラッシュドガボリマから構成された光導路と前記光導路に対する光ファイバを位置決め固定するためのV形状の溝とを少なくとも有する光導路遮断部の製造方法であつて、前記シリコン基板に前記光ファイバの長手方向に向う所留のV形状の溝を形成し、この後、而記光導路遮断部のガボリマを塗布して当該光導路遮断部形成し、前記ガボリマの前記溝に沿する高分子樹脂膜を除去する、ことを特徴とする光導路部材の製造方法である。

【0012】製造方法の第2の形態は、前記光導路遮断部形成の後、前記光導路と前記光ファイバの接合する領域との間にこの両を分ける溝を形成し、次いで、前記光ファイバの接合する領域の前記ガボリマ樹脂膜を除去することを特徴とする前記に記載の光導路部材の製造方法である。

【0013】製造方法の第3の形態は、前記シリコン板に前記光ファイバの長手方向に向う所留のV形状の溝を形成した後、前記シリコン基板のガボリマ層を移す前、前記シリコン基板とガボリマの接着性を高める接着剤を用いて



きは、端面付近で導波路は下側に曲がっているので、端面での光強度のピークは端面でのコアの中心よりもやや上になることである。従つて結合損失を最小にするには、光ファイバのコアの中心が、平坦部の導波路のコアの中心よりも低くかつ端面の導波路のコアの中心より上になるようW1を設定する。

【0.3.9】光結合損失が最小となる光ファイバの高さシフト△と、ファイバー導波路間の結合損失の範囲の両系の計算例を図6の(a)、(b)に示す。図6に示すV形によるボリュームの瞬間変化が無い場合を0dBとしている。図6の(a)は導波路はダイシング構造を形成する時に割離する導波路側の幅を示し、hは平坦部での導波路のコア中心の基板からの高さ(図1 (b))を示す。図6の(a)は損失が最小となる光ファイバの高さシフト△と、図6の(b)は結合損失の範囲を示す。この計算例ではボリュームの初期半径は1.5、2、コアクラッドの屈折率差が0.4、光ファイバの高さを調整して損失増加がらみとした。光ファイバの高さを調整するために導波路から投する光の出射方向が傾き0を有するためである。この傾きは図5に0として示した。

【0.4.0】この損失増加を小さくするには、ダイシングで削離する導波路側の幅を大きくしてやれば良い。また、V形付近のボリュームの限界は澄野が公表するプロセス条件

物によって曲げて観察に変化するので、安定性の観点からもV構造の断面が急激に変化している部材をできるだけ削除した構造が良い。しかし、一方、ダイシング構の幅を大きくするヒバイのアドバイメントによるとV構の幅と導波路端面の距離が大きくなるために、ファイバの曲がり等による導波路端面でコア位置のフレが大きくなつて、結合部のばらつきが大きくなるという問題が生じる。両者を考えると、削除する導波路端面の幅(W2)は5.0  $\mu\text{m}$ ないし17.0  $\mu\text{m}$ 程度が良い。V構成でのV構が浅くなつている部分を削除するために、V構端面をおよそ5.0  $\mu\text{m}$ 削除しなければならないことも考へると、ダイシングで形成する溝の幅としては1.00  $\mu\text{m}$ ～2.20  $\mu\text{m}$ 程度が良い。また、図6の(a)から分かるように、hが小さいまゝが導波路の溝が小さくなり射出側面を小さく削除することができるとえれば、削除する導波路端面の幅を1.00  $\mu\text{m}$ とした場合に、収光附加部を0.5 d B以下と極めて小さくした場合には、射出部を1.5  $\mu\text{m}$ 以下に設定すれば良い。ところが、通常シングルモード導波路ではファイバとの結合構造などを考慮してアクリルラッダの周辺距離は0.3%～0.6%に設定されており、このためシリコン基板に光が射出して導波路特性が劣化しないようになります。従ってホルム酸ガラスの下部クラッド層が必要な場合、V構の幅を1.5  $\mu\text{m}$ 以下とすることは困難である。従ってホルム酸ガラスの下部クラッド層が必要である。

図3.8 図4は、V構付基板にガリマを塗布した時のV構近傍の断面変化を示す。本グラフは、V構基板にファイバミドニスを塗布して得られた実験データであり、これに基づいて前段の計算を行つた。図4の横軸は当該導波路構造の光の進行方向に添つた位置を、縦軸は塗布された有機樹脂層の厚さを相対値で示したものである。図4に示されるように、V構に近く从つて販が深くなるように、販が変化していると、この光を伝播する光の強度分布のピークはV構に近づくにつつて下側にシフトする。図5はこの状態を説明する図である。接着層3の上に、第1のクラッド層4、コア層5及び第2のクラッド層6が搭載されるが、前記したようにV構2の近傍1.1で、当該光導路部を構成する階層の厚さが相対的に異なる。この位置のシフトによる光結合部の販の増加を防ぐためには、導波路端面の光強度のピーク71と光ファイバのコアの中心72が一致するように光ファイバの位置を下げる。このことは具体的には、シリコン基板1のV構2の幅W1を広げることである。V構2に光ファイバを搭載した場合、V構2の幅が広いと、光ファイバの位置は下がる。図5には、光ファイ

ある。この方針は、ボリマ導波路を下部クラッド層に用いて、無機も低い屈折率を有する無機膜10の上に形成して、無機膜8も下部クラッド層の一部として光を閉じ込める構造を用いることで解決できる。尚、図7において、無機層10以外はこれまで説明したものと同様である。例えば、下部クラッド層に屈折率が1.5程度のポリマーを用いた場合には、無機膜10として酢酸シリコン樹脂(図1、4.6)を用いれば、酰化膜とポリマーの屈折率差が大きいために酰化膜の膜厚が1 μm～2 μmと薄くてもシリコン基板への光の漏洩を防止できる。また、この際下部クラッド層の厚さが2 μm以上であれば、導波路を伝播する光のスポット形状は從来構造とほとんど変らずに良好な光結合が得られる。また、この場合は接合部3にも導波路を伝播する光が及んでくることになるが、接合部の厚さをコア層に比べて1桁以上薄く(例えば0.5 μm以下)に設定すれば、接合部による導波路の光学特性の劣化も十分に小さくすることができます。

【0.04.3】以下に本発明の各具体的実施例について述べる。

【実施例1】実施例1に係るV型導波路基板の構造を図1に、その作製方法を図2、図3に示す。本基板は以下のプロセスで作製した。これらの各図の基本構成は前述した通りである。

【0.04.3】先ず、(1、0、0)面を有するシリコ

【0046】 フオトレジ工位と滑走路のドライエンディングによって、コア層の不規則部分を除去して滑走路バーテンを形成する(図2 (d)、図3 (d))。この時、V滑走路内は滑走路側面が厚いためにコア層5が残ることも行う。再びV形状ボリミドワニスを塗布し、ベークして上部クラッド層6 (n=1.520、 $l=2.0\text{ }\mu\text{m}$ )を得る。再びV形状ボリミドワニスを塗布し、ベークして上部クラッド層6 (n=1.520、 $l=2.0\text{ }\mu\text{m}$ )を得る。次にダイシング装置を用いて、V滑走路側面の端部に溝7を設ける。ここで、溝7の幅 (W2) は  $1.50\text{ }\mu\text{m}$  とし、V滑走路側面の幅 (W1) が  $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 、導波路側面が  $1.00\text{ }\mu\text{m}$  削除される。溝7の位置を設定した(図2 (e)、図3 (e))。エバをダイシングにより端部に切り出さずと、V滑走路側面は基板との接着強度が弱いためにダイシング直後に自然に剥離してV滑走路が露出した(図2 (f)、図3 (f))。

【0047】 作製したV滑走路光導波路のV滑走路部にコア層  $1.25\text{ }\mu\text{m}$  のシングルモードファイバを実装。接着して導波路ファイバ間の結合部を評価した。様々なV滑走路 (W1) に対して結合部失敗を比較した結果、ファイバのコア中心の高さが選択表面から  $1.7\text{--}1.5\text{ }\mu\text{m}$  (すなわち  $h=1.7\text{--}1.0\text{ }\mu\text{m}$ ) となるV滑走路 (W1) =  $1.2\text{--}1.8\text{ }\mu\text{m}$  の時に損失が少くなり、この時の結合部失敗の割合はV滑走路実験に比較して0.1%未満であることがわかった。

0.  $t = 20 \mu\text{m}$ ) を設ける。ダイシング装置を用い、  
V 構造上複数個の小片に分離する。

5. この方策は、ボリマ導波路を下部クラッド層により形成して、無機  
セラミック基板を有する無機膜10の上に形成して、無機  
膜10も下部クラッド層の一部として光を閉じ込める構造  
を用いることで解決できる。尚、図7において、無機膜  
10以外はこらまで説明したものと同様である。例え  
ば、下部クラッド層に屈折率が1.5程度のポリマーを用  
いた場合には、無機膜10として酢酸シリコーン膜(屈折  
率1.46)を用いれば、無機膜とポリマーの屈折率差が  
小さくするために酢酸膜の膜厚が1μm～2μmと薄くても  
シリコーン基板への光の屈折を防止できる。また、この際  
下部クラッド層の膜厚が2μm以上であれば、導波路を  
構成する光のスポット形状は從来構造とほとんど変わらず  
屈折率の良好な光結合が得られる。また、この場合には接  
触面の厚さをコア層に比べて1桁以上薄く(例えば0.  
5μm以下)に設定すれば、接着剤による導波路の光学  
性能の劣化も十分に小さくすることができます。  
6. 004.2.1 以下に本発明の各具体的実施例について述べ  
る。  
実施例1へ実施例1に係るV型付導波路基板の構造を以  
て、その作製方法を図2、図3に示す。本基板は以  
て、そのプロセスで作製した。これらの各回の基本構成は前  
述した通りである。  
004.3.1 まず、(1, 0, 0)面を有するシリコーン

この状態は図4に例示した通りである。

で、構7の船 (W2) は  $150\mu\text{m}$  とし、V構部が  $5\mu\text{m}$ 、導波路部が  $100\mu\text{m}$  削除されるよう前に構の船の幅は  $128\cdot4\mu\text{m}$  として、実装する光ファイバのコアの中心の高さが基板表面から  $17\cdot5\mu\text{m}$  になるように設置を設定した。エハをダイシング装置で端子に切り出すと、V構部は基板との接着強度が弱いためにダイシング後に自然に剥離してV構が剥落した。

100531 こうして剥離したシリコン基板1にアルミニウムキレート溶液 (例えば、日立化成工業(株)製、商品名P1Q-Coupler) をスピンドルを介して導波路とファイバ間の結合剤を注入。接着して導波路とファイバを実装、接着V構部に対するV構に対する損失を比較した結果、光ファイバの高さが低ヒシリコン表面から約  $6\cdot6\mu\text{m}$  (すなわち  $h=6\cdot7=0\cdot4\mu\text{m}$ ) となるV構部 (W1=14.1.  $0\mu\text{m}$ ) の時に損失が最も小さく、V構を組み直しの場合に対する損失増加は  $0\cdot5\text{dB}$  と極めて小さくすることができた。また、導波路は剥離  $1\cdot3\mu\text{m}$  で  $0\cdot3\text{dB}/\text{cm}$  の良好な導波路特性を示した。

100501 上記実施例1及び2では、接着剤としてシリコンや低ヒシリコンとの接着性が高いボリミドシリコン基板を特に用いたが、接着剤としてはアルミニウム、チタン、シリコニウムなどの有機金属化合物を用いても良い。有機金属化合物の膜の形成方法としては、各層の基板部ではさらに強く接着性の高い接着剤を用いて導波路部が導波路をスピンドルを介して導波路部と接着剤を注入する。また、これらの接着剤は通常のボリミド、ボリミドシリコン基板の接着剤と異なり導波路部の接着剤は  $50\mu\text{m}$  とし、V構部が  $5\mu\text{m}$ 、導波路部が  $100\mu\text{m}$  削除されるよう前に構の位置を設定した。エハをダイシング装置を用いて、V構部と導波路部の境界に溝  $7\sim2$  を設ける。ここで溝の幅は  $15\mu\text{m}$  とし、V構部が  $5\mu\text{m}$ 、導波路部が  $100\mu\text{m}$  削除されるよう前に構の位置を設定した。エハをダイシング装置を用いて、V構部と導波路部の境界に溝  $7\sim2$  を設ける。これは導波路部との接着強度が弱いためにダイシング後に自然に剥離してV構が露出した。作製したV構付光導波路のV構部に3本のコア径  $1\cdot25\mu\text{m}$  のシングルモードファイバ  $8\sim1\sim8\sim3$  を実装し、UV接着剤にて固定して光スプリッタモジュールを完成した。

100511 1スプリッタモジュールの損失 (ファイバ  $8\sim1\sim8\sim2$  の構または  $8\sim1\sim8\sim3$  の構) は  $4\cdot0\text{dB}$  以下と良好な特性が得られた。

100512 本実施例4 $\sim$ 6 $\sim$ 8 $\sim$ 10 $\sim$ 12 $\sim$ 14 $\sim$ 16 $\sim$ 18 $\sim$ 20 $\sim$ 22 $\sim$ 24 $\sim$ 26 $\sim$ 28 $\sim$ 30 $\sim$ 32 $\sim$ 34 $\sim$ 36 $\sim$ 38 $\sim$ 40 $\sim$ 42 $\sim$ 44 $\sim$ 46 $\sim$ 48 $\sim$ 50 $\sim$ 52 $\sim$ 54 $\sim$ 56 $\sim$ 58 $\sim$ 60 $\sim$ 62 $\sim$ 64 $\sim$ 66 $\sim$ 68 $\sim$ 70 $\sim$ 72 $\sim$ 74 $\sim$ 76 $\sim$ 78 $\sim$ 80 $\sim$ 82 $\sim$ 84 $\sim$ 86 $\sim$ 88 $\sim$ 90 $\sim$ 92 $\sim$ 94 $\sim$ 96 $\sim$ 98 $\sim$ 100 $\sim$ 102 $\sim$ 104 $\sim$ 106 $\sim$ 108 $\sim$ 110 $\sim$ 112 $\sim$ 114 $\sim$ 116 $\sim$ 118 $\sim$ 120 $\sim$ 122 $\sim$ 124 $\sim$ 126 $\sim$ 128 $\sim$ 130 $\sim$ 132 $\sim$ 134 $\sim$ 136 $\sim$ 138 $\sim$ 140 $\sim$ 142 $\sim$ 144 $\sim$ 146 $\sim$ 148 $\sim$ 150 $\sim$ 152 $\sim$ 154 $\sim$ 156 $\sim$ 158 $\sim$ 160 $\sim$ 162 $\sim$ 164 $\sim$ 166 $\sim$ 168 $\sim$ 170 $\sim$ 172 $\sim$ 174 $\sim$ 176 $\sim$ 178 $\sim$ 180 $\sim$ 182 $\sim$ 184 $\sim$ 186 $\sim$ 188 $\sim$ 190 $\sim$ 192 $\sim$ 194 $\sim$ 196 $\sim$ 198 $\sim$ 200 $\sim$ 202 $\sim$ 204 $\sim$ 206 $\sim$ 208 $\sim$ 210 $\sim$ 212 $\sim$ 214 $\sim$ 216 $\sim$ 218 $\sim$ 220 $\sim$ 222 $\sim$ 224 $\sim$ 226 $\sim$ 228 $\sim$ 230 $\sim$ 232 $\sim$ 234 $\sim$ 236 $\sim$ 238 $\sim$ 240 $\sim$ 242 $\sim$ 244 $\sim$ 246 $\sim$ 248 $\sim$ 250 $\sim$ 252 $\sim$ 254 $\sim$ 256 $\sim$ 258 $\sim$ 260 $\sim$ 262 $\sim$ 264 $\sim$ 266 $\sim$ 268 $\sim$ 270 $\sim$ 272 $\sim$ 274 $\sim$ 276 $\sim$ 278 $\sim$ 280 $\sim$ 282 $\sim$ 284 $\sim$ 286 $\sim$ 288 $\sim$ 290 $\sim$ 292 $\sim$ 294 $\sim$ 296 $\sim$ 298 $\sim$ 300 $\sim$ 302 $\sim$ 304 $\sim$ 306 $\sim$ 308 $\sim$ 310 $\sim$ 312 $\sim$ 314 $\sim$ 316 $\sim$ 318 $\sim$ 320 $\sim$ 322 $\sim$ 324 $\sim$ 326 $\sim$ 328 $\sim$ 330 $\sim$ 332 $\sim$ 334 $\sim$ 336 $\sim$ 338 $\sim$ 340 $\sim$ 342 $\sim$ 344 $\sim$ 346 $\sim$ 348 $\sim$ 350 $\sim$ 352 $\sim$ 354 $\sim$ 356 $\sim$ 358 $\sim$ 360 $\sim$ 362 $\sim$ 364 $\sim$ 366 $\sim$ 368 $\sim$ 370 $\sim$ 372 $\sim$ 374 $\sim$ 376 $\sim$ 378 $\sim$ 380 $\sim$ 382 $\sim$ 384 $\sim$ 386 $\sim$ 388 $\sim$ 390 $\sim$ 392 $\sim$ 394 $\sim$ 396 $\sim$ 398 $\sim$ 400 $\sim$ 402 $\sim$ 404 $\sim$ 406 $\sim$ 408 $\sim$ 410 $\sim$ 412 $\sim$ 414 $\sim$ 416 $\sim$ 418 $\sim$ 420 $\sim$ 422 $\sim$ 424 $\sim$ 426 $\sim$ 428 $\sim$ 430 $\sim$ 432 $\sim$ 434 $\sim$ 436 $\sim$ 438 $\sim$ 440 $\sim$ 442 $\sim$ 444 $\sim$ 446 $\sim$ 448 $\sim$ 450 $\sim$ 452 $\sim$ 454 $\sim$ 456 $\sim$ 458 $\sim$ 460 $\sim$ 462 $\sim$ 464 $\sim$ 466 $\sim$ 468 $\sim$ 470 $\sim$ 472 $\sim$ 474 $\sim$ 476 $\sim$ 478 $\sim$ 480 $\sim$ 482 $\sim$ 484 $\sim$ 486 $\sim$ 488 $\sim$ 490 $\sim$ 492 $\sim$ 494 $\sim$ 496 $\sim$ 498 $\sim$ 500 $\sim$ 502 $\sim$ 504 $\sim$ 506 $\sim$ 508 $\sim$ 510 $\sim$ 512 $\sim$ 514 $\sim$ 516 $\sim$ 518 $\sim$ 520 $\sim$ 522 $\sim$ 524 $\sim$ 526 $\sim$ 528 $\sim$ 530 $\sim$ 532 $\sim$ 534 $\sim$ 536 $\sim$ 538 $\sim$ 540 $\sim$ 542 $\sim$ 544 $\sim$ 546 $\sim$ 548 $\sim$ 550 $\sim$ 552 $\sim$ 554 $\sim$ 556 $\sim$ 558 $\sim$ 560 $\sim$ 562 $\sim$ 564 $\sim$ 566 $\sim$ 568 $\sim$ 570 $\sim$ 572 $\sim$ 574 $\sim$ 576 $\sim$ 578 $\sim$ 580 $\sim$ 582 $\sim$ 584 $\sim$ 586 $\sim$ 588 $\sim$ 590 $\sim$ 592 $\sim$ 594 $\sim$ 596 $\sim$ 598 $\sim$ 600 $\sim$ 602 $\sim$ 604 $\sim$ 606 $\sim$ 608 $\sim$ 610 $\sim$ 612 $\sim$ 614 $\sim$ 616 $\sim$ 618 $\sim$ 620 $\sim$ 622 $\sim$ 624 $\sim$ 626 $\sim$ 628 $\sim$ 630 $\sim$ 632 $\sim$ 634 $\sim$ 636 $\sim$ 638 $\sim$ 640 $\sim$ 642 $\sim$ 644 $\sim$ 646 $\sim$ 648 $\sim$ 650 $\sim$ 652 $\sim$ 654 $\sim$ 656 $\sim$ 658 $\sim$ 660 $\sim$ 662 $\sim$ 664 $\sim$ 666 $\sim$ 668 $\sim$ 670 $\sim$ 672 $\sim$ 674 $\sim$ 676 $\sim$ 678 $\sim$ 680 $\sim$ 682 $\sim$ 684 $\sim$ 686 $\sim$ 688 $\sim$ 690 $\sim$ 692 $\sim$ 694 $\sim$ 696 $\sim$ 698 $\sim$ 700 $\sim$ 702 $\sim$ 704 $\sim$ 706 $\sim$ 708 $\sim$ 710 $\sim$ 712 $\sim$ 714 $\sim$ 716 $\sim$ 718 $\sim$ 720 $\sim$ 722 $\sim$ 724 $\sim$ 726 $\sim$ 728 $\sim$ 730 $\sim$ 732 $\sim$ 734 $\sim$ 736 $\sim$ 738 $\sim$ 740 $\sim$ 742 $\sim$ 744 $\sim$ 746 $\sim$ 748 $\sim$ 750 $\sim$ 752 $\sim$ 754 $\sim$ 756 $\sim$ 758 $\sim$ 760 $\sim$ 762 $\sim$ 764 $\sim$ 766 $\sim$ 768 $\sim$ 770 $\sim$ 772 $\sim$ 774 $\sim$ 776 $\sim$ 778 $\sim$ 780 $\sim$ 782 $\sim$ 784 $\sim$ 786 $\sim$ 788 $\sim$ 790 $\sim$ 792 $\sim$ 794 $\sim$ 796 $\sim$ 798 $\sim$ 800 $\sim$ 802 $\sim$ 804 $\sim$ 806 $\sim$ 808 $\sim$ 810 $\sim$ 812 $\sim$ 814 $\sim$ 816 $\sim$ 818 $\sim$ 820 $\sim$ 822 $\sim$ 824 $\sim$ 826 $\sim$ 828 $\sim$ 830 $\sim$ 832 $\sim$ 834 $\sim$ 836 $\sim$ 838 $\sim$ 840 $\sim$ 842 $\sim$ 844 $\sim$ 846 $\sim$ 848 $\sim$ 850 $\sim$ 852 $\sim$ 854 $\sim$ 856 $\sim$ 858 $\sim$ 860 $\sim$ 862 $\sim$ 864 $\sim$ 866 $\sim$ 868 $\sim$ 870 $\sim$ 872 $\sim$ 874 $\sim$ 876 $\sim$ 878 $\sim$ 880 $\sim$ 882 $\sim$ 884 $\sim$ 886 $\sim$ 888 $\sim$ 890 $\sim$ 892 $\sim$ 894 $\sim$ 896 $\sim$ 898 $\sim$ 900 $\sim$ 902 $\sim$ 904 $\sim$ 906 $\sim$ 908 $\sim$ 910 $\sim$ 912 $\sim$ 914 $\sim$ 916 $\sim$ 918 $\sim$ 920 $\sim$ 922 $\sim$ 924 $\sim$ 926 $\sim$ 928 $\sim$ 930 $\sim$ 932 $\sim$ 934 $\sim$ 936 $\sim$ 938 $\sim$ 940 $\sim$ 942 $\sim$ 944 $\sim$ 946 $\sim$ 948 $\sim$ 950 $\sim$ 952 $\sim$ 954 $\sim$ 956 $\sim$ 958 $\sim$ 960 $\sim$ 962 $\sim$ 964 $\sim$ 966 $\sim$ 968 $\sim$ 970 $\sim$ 972 $\sim$ 974 $\sim$ 976 $\sim$ 978 $\sim$ 980 $\sim$ 982 $\sim$ 984 $\sim$ 986 $\sim$ 988 $\sim$ 990 $\sim$ 992 $\sim$ 994 $\sim$ 996 $\sim$ 998 $\sim$ 999 $\sim$ 1000 $\sim$ 1001 $\sim$ 1002 $\sim$ 1003 $\sim$ 1004 $\sim$ 1005 $\sim$ 1006 $\sim$ 1007 $\sim$ 1008 $\sim$ 1009 $\sim$ 1010 $\sim$ 1011 $\sim$ 1012 $\sim$ 1013 $\sim$ 1014 $\sim$ 1015 $\sim$ 1016 $\sim$ 1017 $\sim$ 1018 $\sim$ 1019 $\sim$ 1020 $\sim$ 1021 $\sim$ 1022 $\sim$ 1023 $\sim$ 1024 $\sim$ 1025 $\sim$ 1026 $\sim$ 1027 $\sim$ 1028 $\sim$ 1029 $\sim$ 1030 $\sim$ 1031 $\sim$ 1032 $\sim$ 1033 $\sim$ 1034 $\sim$ 1035 $\sim$ 1036 $\sim$ 1037 $\sim$ 1038 $\sim$ 1039 $\sim$ 1040 $\sim$ 1041 $\sim$ 1042 $\sim$ 1043 $\sim$ 1044 $\sim$ 1045 $\sim$ 1046 $\sim$ 1047 $\sim$ 1048 $\sim$ 1049 $\sim$ 1050 $\sim$ 1051 $\sim$ 1052 $\sim$ 1053 $\sim$ 1054 $\sim$ 1055 $\sim$ 1056 $\sim$ 1057 $\sim$ 1058 $\sim$ 1059 $\sim$ 1060 $\sim$ 1061 $\sim$ 1062 $\sim$ 1063 $\sim$ 1064 $\sim$ 1065 $\sim$ 1066 $\sim$ 1067 $\sim$ 1068 $\sim$ 1069 $\sim$ 1070 $\sim$ 1071 $\sim$ 1072 $\sim$ 1073 $\sim$ 1074 $\sim$ 1075 $\sim$ 1076 $\sim$ 1077 $\sim$ 1078 $\sim$ 1079 $\sim$ 1080 $\sim$ 1081 $\sim$ 1082 $\sim$ 1083 $\sim$ 1084 $\sim$ 1085 $\sim$ 1086 $\sim$ 1087 $\sim$ 1088 $\sim$ 1089 $\sim$ 1090 $\sim$ 1091 $\sim$ 1092 $\sim$ 1093 $\sim$ 1094 $\sim$ 1095 $\sim$ 1096 $\sim$ 1097 $\sim$ 1098 $\sim$ 1099 $\sim$ 1100 $\sim$ 1101 $\sim$ 1102 $\sim$ 1103 $\sim$ 1104 $\sim$ 1105 $\sim$ 1106 $\sim$ 1107 $\sim$ 1108 $\sim$ 1109 $\sim$ 1110 $\sim$ 1111 $\sim$ 1112 $\sim$ 1113 $\sim$ 1114 $\sim$ 1115 $\sim$ 1116 $\sim$ 1117 $\sim$ 1118 $\sim$ 1119 $\sim$ 1120 $\sim$ 1121 $\sim$ 1122 $\sim$ 1123 $\sim$ 1124 $\sim$ 1125 $\sim$ 1126 $\sim$ 1127 $\sim$ 1128 $\sim$ 1129 $\sim$ 1130 $\sim$ 1131 $\sim$ 1132 $\sim$ 1133 $\sim$ 1134 $\sim$ 1135 $\sim$ 1136 $\sim$ 1137 $\sim$ 1138 $\sim$ 1139 $\sim$ 1140 $\sim$ 1141 $\sim$ 1142 $\sim$ 1143 $\sim$ 1144 $\sim$ 1145 $\sim$ 1146 $\sim$ 1147 $\sim$ 1148 $\sim$ 1149 $\sim$ 1150 $\sim$ 1151 $\sim$ 1152 $\sim$ 1153 $\sim$ 1154 $\sim$ 1155 $\sim$ 1156 $\sim$ 1157 $\sim$ 1158 $\sim$ 1159 $\sim$ 1160 $\sim$ 1161 $\sim$ 1162 $\sim$ 1163 $\sim$ 1164 $\sim$ 1165 $\sim$ 1166 $\sim$ 1167 $\sim$ 1168 $\sim$ 1169 $\sim$ 1170 $\sim$ 1171 $\sim$ 1172 $\sim$ 1173 $\sim$ 1174 $\sim$ 1175 $\sim$ 1176 $\sim$ 1177 $\sim$ 1178 $\sim$ 1179 $\sim$ 1180 $\sim$ 1181 $\sim$ 1182 $\sim$ 1183 $\sim$ 1184 $\sim$ 1185 $\sim$ 1186 $\sim$ 1187 $\sim$ 1188 $\sim$ 1189 $\sim$ 1190 $\sim$ 1191 $\sim$ 1192 $\sim$ 1193 $\sim$ 1194 $\sim$ 1195 $\sim$ 1196 $\sim$ 1197 $\sim$ 1198 $\sim$ 1199 $\sim$ 1199 $\sim$ 1200 $\sim$ 1201 $\sim$ 1202 $\sim$ 1203 $\sim$ 1204 $\sim$ 1205 $\sim$ 1206 $\sim$ 1207 $\sim$ 1208 $\sim$ 1209 $\sim$ 1210 $\sim$ 1211 $\sim$ 1212 $\sim$ 1213 $\sim$ 1214 $\sim$ 1215 $\sim$ 1216 $\sim$ 1217 $\sim$ 1218 $\sim$ 1219 $\sim$ 1220 $\sim$ 1221 $\sim$ 1222 $\sim$ 1223 $\sim$ 1224 $\sim$ 1225 $\sim$ 1226 $\sim$ 1227 $\sim$ 1228 $\sim$ 1229 $\sim$ 1230 $\sim$ 1231 $\sim$ 1232 $\sim$ 1233 $\sim$ 1234 $\sim$ 1235 $\sim$ 1236 $\sim$ 1237 $\sim$ 1238 $\sim$ 1239 $\sim$ 1240 $\sim$ 1241 $\sim$ 1242 $\sim$ 1243 $\sim$ 1244 $\sim$ 1245 $\sim$ 1246 $\sim$ 1247 $\sim$ 1248 $\sim$ 1249 $\sim$ 1250 $\sim$ 1251 $\sim$ 1252 $\sim$ 1253 $\sim$ 1254 $\sim$ 1255 $\sim$ 1256 $\sim$ 1257 $\sim$ 1258 $\sim$ 1259 $\sim$ 1260 $\sim$ 1261 $\sim$ 1262 $\sim$ 1263 $\sim$ 1264 $\sim$ 1265 $\sim$ 1266 $\sim$ 1267 $\sim$ 1268 $\sim$ 1269 $\sim$ 1270 $\sim$ 1271 $\sim$ 1272 $\sim$ 1273 $\sim$ 1274 $\sim$ 1275 $\sim$ 1276 $\sim$ 1277 $\sim$ 1278 $\sim$ 1279 $\sim$ 1280 $\sim$ 1281 $\sim$ 1282 $\sim$ 1283 $\sim$ 1284 $\sim$ 1285 $\sim$ 1286 $\sim$ 1287 $\sim$ 1288 $\sim$ 1289 $\sim$ 1290 $\sim$ 1291 $\sim$ 1292 $\sim$ 1293 $\sim$ 1294 $\sim$ 1295 $\sim$ 1296 $\sim$ 1297 $\sim$ 1298 $\sim$ 1299 $\sim$ 1299 $\sim$ 1300 $\sim$ 1301 $\sim$ 1302 $\sim$ 1303 $\sim$ 1304 $\sim$ 1305 $\sim$ 1306 $\sim$ 1307 $\sim$ 1308 $\sim$ 1309 $\sim$ 1310 $\sim$ 1311 $\sim$ 1312 $\sim$ 1313 $\sim$ 1314 $\sim$ 1315 $\sim$ 1316 $\sim$ 1317 $\sim$ 1318 $\sim$ 1319 $\sim$ 1320 $\sim$ 1321 $\sim$ 1322 $\sim$ 1323 $\sim$ 1324 $\sim$ 1325 $\sim$ 1326 $\sim$ 1327 $\sim$ 1328 $\sim$ 1329 $\sim$ 1330 $\sim$ 1331 $\sim$ 1332 $\sim$ 1333 $\sim$ 1334 $\sim$ 1335 $\sim$ 1336 $\sim$ 1337 $\sim$ 1338 $\sim$ 1339 $\sim$ 1340 $\sim$ 1341 $\sim$ 1342 $\sim$ 1343 $\sim$ 1344 $\sim$ 1345 $\sim$ 1346 $\sim$ 1347 $\sim$ 1348 $\sim$ 1349 $\sim$ 1350 $\sim$ 1351 $\sim$ 1352 $\sim$ 1353 $\sim$ 1354 $\sim$ 1355 $\sim$ 1356 $\sim$ 1357 $\sim$ 1358 $\sim$ 1359 $\sim$ 1360 $\sim$ 1361 $\sim$ 1362 $\sim$ 1363 $\sim$ 1364 $\sim$ 1365 $\sim$ 1366 $\sim$ 1367 $\sim$ 1368 $\sim$ 1369 $\sim$ 1370 $\sim$ 1371 $\sim$ 1372 $\sim$ 1373 $\sim$ 1374 $\sim$ 1375 $\sim$ 1376 $\sim$ 1377 $\sim$ 1378 $\sim$ 1379 $\sim$ 1380 $\sim$ 1381 $\sim$ 1382 $\sim$ 1383 $\sim$ 1384 $\sim$ 1385 $\sim$ 1386 $\sim$ 1387 $\sim$ 1388 $\sim$ 1389 $\sim$ 1390 $\sim$ 1391 $\sim$ 1392 $\sim$ 1393 $\sim$ 1394 $\sim$ 1395 $\sim$ 1396 $\sim$ 1397 $\sim$ 1398 $\sim$ 1399 $\sim$ 1399 $\sim$ 1400 $\sim$ 1401 $\sim$ 1402 $\sim$ 1403 $\sim$ 1404 $\sim$ 1405 $\sim$ 1406 $\sim$ 1407 $\sim$ 1408 $\sim$ 1409 $\sim$ 1410 $\sim$ 1411 $\sim$ 1412 $\sim$ 1413 $\sim$ 1414 $\sim$ 1415 $\sim$ 1416 $\sim$ 1417 $\sim$ 1418 $\sim$ 1419 $\sim$ 1420 $\sim$ 1421 $\sim$ 1422 $\sim$ 1423 $\sim$ 1424 $\sim$ 1425 $\sim$ 1426 $\sim$ 1427 $\sim$ 1428 $\sim$ 1429 $\sim$ 1430 $\sim$ 1431 $\sim$ 1432 $\sim$ 1433 $\sim$ 1434 $\sim$ 1435 $\sim$ 1436 $\sim$ 1437 $\sim$ 1438 $\sim$ 1439 $\sim$ 1440 $\sim$ 1441 $\sim$ 1442 $\sim$ 1443 $\sim$ 1444 $\sim$ 1445 $\sim$ 1446 $\sim$ 1447 $\sim$ 1448 $\sim$ 1449 $\sim$ 1450 $\sim$ 1451 $\sim$ 1452 $\sim$ 1453 $\sim$ 1454 $\sim$ 1455 $\sim$ 1456 $\sim$ 1457 $\sim$ 1458 $\sim$ 1459 $\sim$ 1460 $\sim$ 1461 $\sim$ 1462 $\sim$

されるように導き位置を設定した。エハをダイシングにより導波路端子に切り出すと、V端子側のボリマ層は基板との接着強度が弱いために剥離してV端子が露出した。導波路端面に空気層を形成する多層フィルタ1を搭載し、出射1・2・3に波長1・3μmの半導体レーザ1・5、出射1・2・2にモニタ用導波路部材を形成する。

1・6、出射1・2・3に受光波長1・5μmの導波路部材を形成する。ドライエッチングによってV端子側3の接着層を除去する。屈折率の異なる2種類のフィルムボリマ層1・2を層積し、層間を層間接着剤で接着する。再びフィルムボリマ層1・2を形成する。V端子側・導波路端面の境界に斜面を形成する。ここで、波7の幅は1.50μmとし、V端子を通過するものを用いることで導波路長1.5μm/受光波長1.3μmの光トランシーバモジュールも作製した。半導体レーザ1の受光波長を1.3μmとし、フォトダイオード1の受光波長を1.7の受光波長とし、多層フィルタ1に1.5μmを反射し1.3μmを通過するものを用いることで導波路長1.5μm/受光波長1.3μmの光トランシーバモジュールも作製した。製作したモジュールの光出力はレーザ電流3.0mAで、1.5mWであり、受光感度は0.6A/Wと良好な特性が得られた。

1・0・6・4 作製した2種類のトランシーバモジュールを用いて構成した光通信装置の例を図1に示す。図1において、符号1・9は本願発明に係る波長多重双方向光波長の送信及び、1・5μm波長の受信が可能な波長多重双方向光送受信モジュールである。本装置は6.0Mbit/sの信号をファイバ長1.5km以上まで双方向にエラリードで伝送するところが出来た。

く実施例8>本例は、波長多重光送受信モジュールの例である。本願発明に係る波長多重光送受信モジュールの斜面図を図15に示す。本モジュールは、波長が異なる4つのDFBレーザ21-1～21-4を有し、各レーザから出る4波の光信号がボリマ導波路からなる1×4合波器によって合波され、V端子2に固定される光ファイバ端子から出力される。本例は、波長多重光送受信モジュールの斜面図を図16に示す。本モジュールは、波長が異なる4つのDFBレーザ21-1～21-4を有し、各レーザから出る4波の光信号がボリマ導波路からなる1×4合波器によって合波され、V端子2に固定される光ファイバ端子から出力される。

1・0・6・5 本モジュールは以下の手順で作製した。前実施例と同様な方法でシリコン基板にV端子2を形成し、基板表面に熱処理シリコン膜10(1.0μm厚)を設ける。ここで各V端子の幅は1.41・1.4μmとして、実験するファイバのコア中心の高さが熱処理表面から7.5μmになるよう設計した。更に、DFBレーザを実装する際に用いるT1/Pt/Au端子を熱処理膜中に設ける。基板全面にジルコニアキレートの溶液とベークして含まないボリミドをそれぞれスピンドルを用いて

有機ジルコニア微細化物とボリミドからなる接着層3(厚さ0.5μm)を基板全面に設ける。ホトレジ工程とドライエッチングによってV端子側3の接着層を除去する。屈折率の異なる2種類のフィルムボリマ層1・2を層積し、層間を層間接着剤で接着する。再びフィルムボリマ層1・2を形成する。V端子側・導波路端面の境界に斜面を形成する。ここで、波7の幅は1.50μmとし、V端子を通過するものを用いて、端子を接続する部分のボリマ導波路を完全に除去して端子部の他極を露出する。ダイシング装置を用いて、V端子側・導波路端面の境界に斜面を形成する。ここで、波7の幅は1.50μmとし、V端子を通過するものを用いてことで導波路長1.5μm/受光波長1.3μmの光トランシーバモジュールも作製した。半導体レーザ1の受光波長を1.3μmとし、フォトダイオード1の受光波長を1.7の受光波長とし、多層フィルタ1に1.5μmを反射し1.3μmを通過するものを用いることで導波路長1.5μm/受光波長1.3μmの光トランシーバモジュールも作製した。製作したモジュールの光出力はレーザ電流3.0mAで、1.5mWであり、受光感度は0.6A/Wと良好な特性が得られた。

1・0・6・6 作製した基板に発光部が異なる4つのDFBレーザ21-1～21-4(波長:1.280nm・1.300nm・1.320nm・1.340nm)を実装し、V端子2に光ファイバをUV接着剤で固定した。製作した光モジュールを用いて通信装置を開発した。図16はこの状態を示す図である。本発明に係る異なる4つの波長が可能な波長多重光送受信モジュール2.2は、電気信号2.2に基づく驱动回路2.1によつて制御される。電気信号2.2に基づく驱动回路2.1によつて制御される。例えば、2.5Gb/s×4chの信号は、本発明に係る波長多重光送受信モジュール2.2にて4波長の波長多重信号に変換され、光ファイバ20を伝送する。この波長多重光送受信モジュール2.2からの信号は波長分波器2.3によって4波長に分波され、各波長の光信号を受信モジュール2.4-1、2.4-2、2.4-3、及び2.4-4で検出器によって変換する。電気信号は、受信回路2.4-1にて所望回路に変換され、光ファイバ20を伝送される。本通信システムはファイバ長10km以上までエラリードで動作した。

1・0・6・7 以上、構成例をもつて説明したように、本願発明に係る波長多重光送受信モジュールが得られるファイバアライメントV端子ボリマ導波路基板が提供できる。本導波路基板を用いることでモジュールの低コスト化並びに高性能化が達成できる。

【発明の効果】 本願発明によれば、低コストで製造の容易な光導波路部材を提供することが出来る。

1・0・6・9 更に、本願発明によれば、低コストで製造の容易な光導波路部材の製造方法を提供することが出来る。

を示す図であり、その(b)は斜視図、その(c)は断面図である。

【図2】 図2は本願発明に係る波長多重双方向光送受信部材の例を説明する斜視図である。

【図3】 図3は製造方法を説明する図2に対応した断面図である。

【図4】 図4はV端子シリコン基板におけるV端子ボリマ導波路基板の例を示す図である。

【図5】 図5は本願発明に係る波長多重光送信モジュールの例を説明する斜視図である。

【図6】 図6は本願発明に係る波長多重光送信モジュールを用いた光通信装置の例を示す図である。

【図7】 図7は本願発明におけるV端子ボリマ導波路基板において、ファイバと導波路の結合部を示す図である。

【図8】 図8は本願発明に係るV端子ボリマ導波路基板において、V端子と得られる結合部の側面図である。

【図9】 図9は本願発明に係る光スプリッタモジュールの例を説明する斜視図である。

【図10】 図10は本願発明に係る光スイッチモジュールの例を説明する斜視図である。

【図11】 図11は本願発明に係る光送信部材(または光受信部材)の例を説明する斜視図である。

【図12】 図12は本願発明に係る光送信部材(または光受信部材)の例を説明する斜視図である。

【図13】 図13は本願発明に係る波長多重双方向光送受信部材の例を説明する斜視図である。

【図14】 図14は本願発明に係る波長多重双方向光送受信部材の例を示す図である。

【図15】 図15は本願発明に係る波長多重光送信モジュールの例を説明する斜視図である。

【図16】 図16は本願発明に係る波長多重光送信モジュールを用いた光通信装置の例を示す図である。

【図17】 図17は本願発明におけるV端子ボリマ導波路基板において、V端子と導波路の結合部を示す図である。

【図18】 図18は本願発明に係るV端子ボリマ導波路基板において、V端子と導波路の結合部の側面図である。

【図19】 図19は本願発明に係る光スプリッタモジュールの例を説明する斜視図である。

【図20】 図20は本願発明に係る光スイッチモジュールの例を説明する斜視図である。

【図21】 図21は本願発明に係る光送信部材(または光受信部材)の例を説明する斜視図である。

【図22】 図22は本願発明に係る光送信部材(または光受信部材)の例を説明する斜視図である。

【図23】 図23は本願発明に係る波長多重光送信モジュールの例を示す図である。

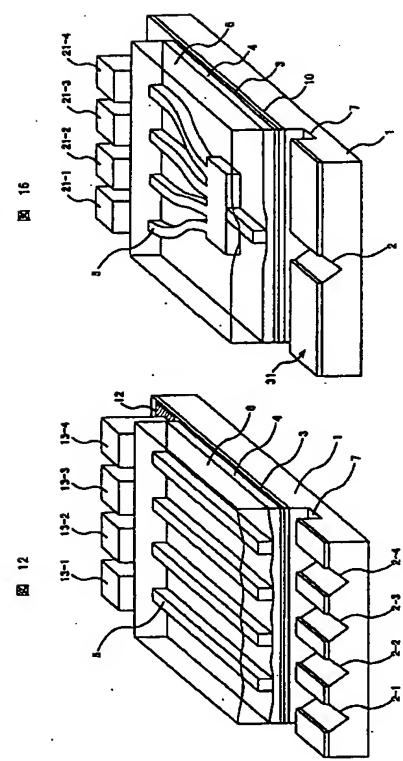
【図24】 図24は本願発明に係る波長多重光送信モジュールの例を示す図である。

【図25】 図25は本願発明に係る波長多重光送信モジュールの例を示す図である。

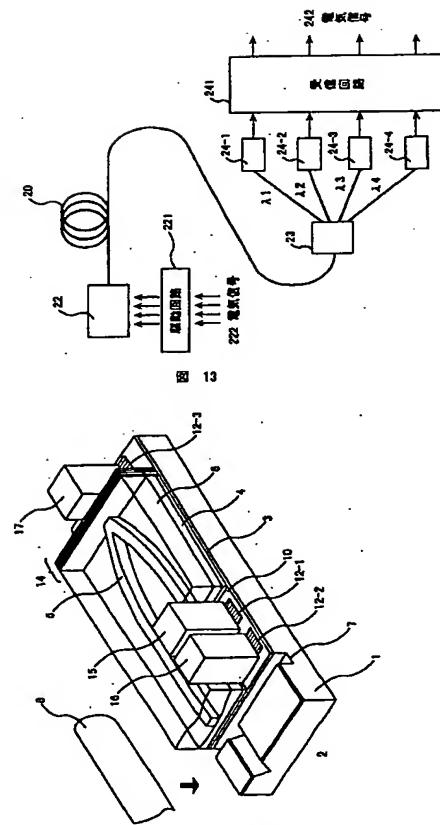
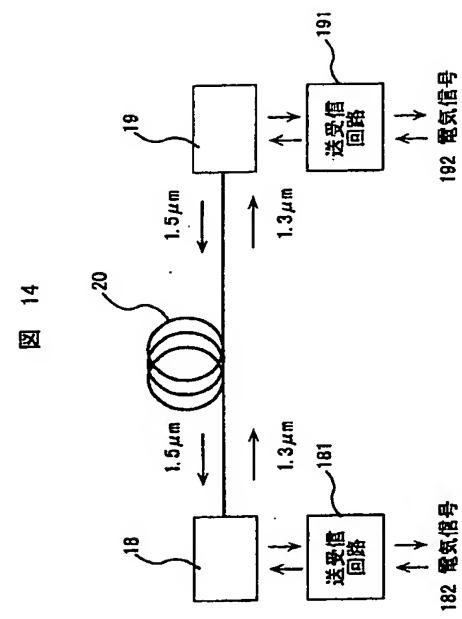
【図26】 図26は本願発明の光導波路部材の代表的な例である。



[§ 12] [§ 15]



141



**BEST AVAILABLE COPY**